

MODIFIKASI ALGORITMA JPEG MELALUI PENGEMBANGAN METODE DCT-TERKUANTISASI UNTUK OPTIMALISASI RATIO DAN KUALITAS KOMPRESI

Ernastuti¹⁾

Edi Sukirman²⁾

Sarifuddin Madenda³⁾

1) Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma Indonesia

email : ernas@staff.gunadarma.ac.id

2) Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma Indonesia

email : ediskm@staff.gunadarma.ac.id

3) Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma Indonesia

email : sarif@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak: Algoritma JPEG saat ini sudah berfungsi dengan baik dan terpakai pada semua teknologi perangkat lunak dan perangkat keras pendukung teknologi informasi termasuk pada kamera foto dan video digital. Namun Bagian dari algoritma kompresi citra JPEG masih dapat dioptimalkan pada bagian proses transformasi, kuantisasi, dan koding. Pada penelitian ini dikembangkan algoritma penggabungan proses transformasi DCT dan kuantisasi, serta diusulkan suatu model matematis yang dapat menyatukan proses DCT dengan kuantisasi (saat kompresi), dan model matematis yang menyatukan proses dekuantisasi dengan invers DCT (saat rekonstruksi). Gabungan kedua proses ini selanjutnya disebut DCT terkuantisasi. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan 15 citra yang masing-masing mempunyai karakteristik berbeda menggunakan bahasa pemrograman Matlab dan perangkat lunak adobe photoshop CS3. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa algoritma DCT terkuantisasi mampu meningkatkan kecepatan proses hingga dalam kisaran 10% lebih cepat dari algoritma standar JPEG. Algoritma yang diusulkan juga ternyata mampu meningkat rasio kompresi (diukur terhadap nilai PSNR yang sama) dan meningkat kualitas kompresi (diukur terhadap nilai rasio yang sama). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa algoritma DCT terkuantisasi yang diusulkan dalam penelitian disertasi ini mampu meningkatkan kinerja algoritma JPEG standar.

Keywords: compression algorithm, jpeg, dct, invers-dct, quantization, ratio, quality.

Perkembangan teknologi komputer, informasi dan komunikasi yang sangat pesat saat ini memicu penggunaannya untuk kebutuhan pertukaran informasi yang semakin besar. Bahkan teknologi informasi dan komunikasi telah menjadi bagian dalam kehidupan keseharian setiap orang di seluruh penjuru dunia, baik untuk aktivitas pribadi, bisnis, atau dinas. Teknologi ini telah terbukti sangat efektif dan mempermudah segala aktivitas yang berhubungan dengan pertukaran data atau informasi. Sebagai contoh penggunaan teknologi teleconference pada perusahaan-perusahaan, institusi pemerintah serta dunia bisnis dan dunia pendidikan sudah menjadi kebutuhan yang cukup penting.

Namun teknologi yang ada saat ini masih memiliki keterbatasan yang cukup signifikan. Keterbatasan ini tampak pada kualitas informasi multimedia (kualitas image, video dan audio), waktu komunikasi yang dibutuhkan masih relatif lama dan juga membutuhkan memori penyimpanan yang relatif besar. Keterbatasan diatas disebabkan oleh beberapa hal diantaranya : pertama adalah bandwidth yang terbatas dan relatif mahal, kedua adalah kapasitas data multimedia yang mencapai puluhan ribu kali lipat dari kapasitas bandwidth jaringan komunikasi yang sering kita gunakan saat ini. Solusi yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu komunikasi tanpa memperbesar bandwidth dan sekaligus meminimalkan penggunaan memori adalah pengembangan algoritma dan metode yang mampu mengompres data multimedia sekecil mungkin dengan tetap menjaga kualitas informasi.

Algoritma kompresi yang telah dikembangkan dan diterapkan pada teknologi informasi dan komunikasi multimedia saat ini adalah algoritma JPEG untuk kompresi citra [8], algoritma MPEG untuk kompresi video [7,9], algoritma zip untuk kompresi teks dan algoritma MPEG3 untuk kompresi audio. Algoritma kompresi audio, citra dan video masih tetap didominasi oleh format kompresi JPEG yang berbasis pada algoritma DCT (Discrete Cosine Transform). Sementara algoritma kompresi JPEG2000 [2,3], yang memiliki rasio dan kualitas kompresi yang lebih baik dari JPEG, masih belum digunakan secara meluas. Hal ini disamping disebabkan oleh pembelian hak paten yang relative mahal juga waktu eksekusi yang relative lebih lama dari JPEG. Bagi kami ini adalah peluang penelitian baru untuk mengembangkan satu algoritma dengan waktu eksekusi yang lebih cepat dari JPEG dan dengan rasio dan kualitas kompresi dapat mencapai/lebih baik dari JPEG2000.

Hasil analisis referensi yang telah dilakukan menunjukan bahwa algoritma kompresi JPEG dan MPEG (kompresi citra, video dan audio) yang telah dikembangkan dan terpakai saat ini sudah berfungsi dengan baik [4], namun masih terdapat peluang pengembangan lebih lanjut. Bagian dari algoritma kompresi citra JPEG yang masih dapat dioptimalkan adalah pada proses transformasi, proses kuantisasi dan proses coding. Dua proses utama dalam kompresi citra JPEG adalah proses DCT (Discrete Cosinus Transform) dan kuantisasi [1].

Kedua proses ini dilakukan secara terpisah dan sangat menentukan kualitas citra kompresi & kecepatan kompresi dan rekonstruksi citra. Proses DCT adalah proses transformasi citra dari domain spasial ke domain frekuensi yang mampu memisahkan informasi mulai pada frekuensi rendah hingga frekuensi tinggi. Sehingga hal ini memungkinkan untuk memampatkan jumlah bit dalam setiap pixel melalui pengurangan atau penghilangan informasi detail (frekuensi tinggi). Hal ini dilakukan dengan alasan bahwa mata manusia tidak terlalu peka terhadap perubahan informasi detail. Proses DCT dilakukan melalui perkalian matrik antara setiap blok citra 8x8 pixel dengan matriks cosinus discret berdasarkan pada dua persamaan satu dimensi (1-D) berikut [5,6,8].

$$DCT(u, y)_x = \sqrt{\frac{2}{N}} C(u) \sum_{x=0}^{N-1} I(x, y) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right) \quad (1)$$

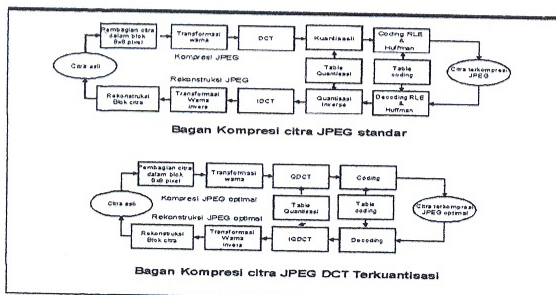
$$DCT(u, v) = \sqrt{\frac{2}{N}} C(v) \sum_{y=0}^{N-1} DCT(u, y)_x \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right) \quad (2)$$

Proses kuantisasi adalah proses pembagian setiap nilai piksel hasil DCT dengan setiap nilai konstanta elemen matriks kuantisasi, dimana nilai-nilai setiap elemen matriks tersebut menentukan kualitas hasil kompresi. Ini berarti bahwa setelah proses DCT, proses kompresi akan dilanjutkan dengan proses pembagian sebanyak NxM piksel (sebanyak ukuran citra). Hal yang sama akan terjadi saat dilakukan proses rekonstruksi citra. Proses ini akan melalui tahap dekuantisasi (invers dari kuantisasi) yaitu perkalian antara setiap nilai piksel hasil kuantisasi terhadap nilai konstanta setiap elemen matriks kuantisasi. Berarti, semakin besar ukuran matriks citra, maka semakin banyak jumlah proses pembagian dan perkalian.

Penelitian ini merupakan salah satu usaha untuk mengurangi jumlah operasi yang dilakukan pada proses kompresi dan dekompresi yang secara otomatis mengurangi waktu kompresi, yaitu dengan cara menggabungkan dua proses menjadi satu proses yang diharapkan juga dapat meningkatkan kualitas dan rasio kompresi.

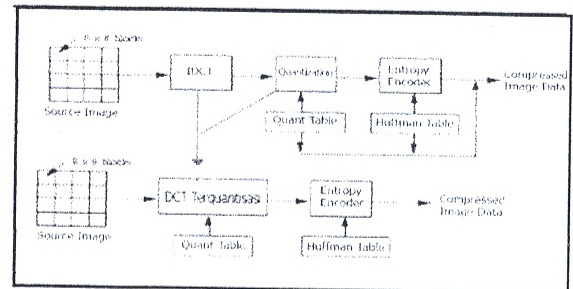
METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh formulasi proses transformasi DCT dan kuantisasi yang optimal, yaitu dengan cara menggabungkan proses DCT dan Kuantisasi. Proses penggabungan ini selanjutnya disebut sebagai proses **DCT-terkuantisasi**. Proses tersebut diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kompresi citra jpeg standard dan DCT-terkuantisasi

Gambar 1 mengilustrasikan bagan proses kompresi yang diusulkan pada penelitian ini. Dalam proses ini diperlihatkan bahwa proses QDCT merupakan gabungan dari proses DCT dan kuantisasi. Hal ini dimaksudkan untuk mempercepat proses kompresi dan juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan rasio kompresi. Langkah penelitian yang dilakukan, pertama membuat formula DCT-terkuantisasi yang dapat melakukan secara bersamaan proses DCT dan kuantisasi. Gambar 2 mengilustrasikan proses DCT-terkuantisasi tersebut.



Gambar 2. Diagram DCT – terkuantisasi

Untuk dapat menggabungkan proses DCT dan proses kuantisasi menjadi satu proses DCT terkuantisasi, maka diusulkan suatu fungsi (mewakili proses kuantisasi) yang disisipkan pada formula DCT. Hal ini dilakukan karena proses kuantisasi merupakan proses pembagian hasil DCT dengan konstanta, sehingga tidak mempengaruhi penguraian fungsi atau formula DCT.

Usulan transformasi QDCT (DCT-
Terkuantisasi) :

Implementasi 1 D :

$$QDCT(u, y)_x = \sqrt{\frac{2}{N}} C(u) Q(u, y) \sum_{x=0}^{N-1} I(x, y) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right) \quad (3)$$

$$QDCT(u, v) = \sqrt{\frac{2}{N}} C(v) Q(u, v) \sum_{y=0}^{N-1} QDCT(u, y)_x \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right) \quad (4)$$

di mana $Q(u, y) = Q(u, v)$ adalah konstanta.

Untuk memudahkan dalam perhitungan, formula DCT disajikan dalam bentuk perkalian matriks, sehingga persamaan (3) dan (4) dapat disederhanakan menjadi perkalian matriks, yaitu :

$$[QDCT(u, y)_x] = [QDC] * [I(x, y)] \quad (5)$$

$$[QDCT(u, v)] = [QDCT(u, y)_x] * [QDC]^T \quad (6)$$

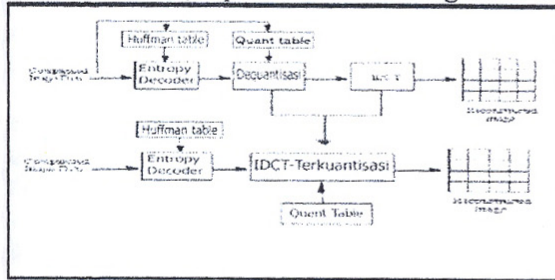
Di mana $[QDC]$ merupakan hasil kuantisasi dari matriks $[DC]$, yaitu setiap elemen $[DC]$ dibagi dengan elemen pada posisi yang sama pada matriks kuantisasi. dan proses ini dilakukan diawal proses DCT. Jadi yang diusulkan dalam penelitian ini adalah mencari satu formula DCT terkuantisasi (selanjutnya disebut QDCT). Dalam hal ini perbedaan proses kompresi menggunakan DCT standar dengan DCT terkuantisasi (QDCT) terletak pada proses kuantisasinya. Untuk DCT standar, proses DCT dan kuantisasi dilakukan setiap blok, sedangkan DCT terkuantisasi proses kuantisasi dilakukan hanya sekali saja pada waktu menghitung $[QDC]$ yaitu diawal saja.

Formula ini akan melakukan proses transformasi DCT sekaligus kuantisasi. Dengan demikian proses QDCT akan mempercepat proses kompresi karena mampu mengurangi proses pembagian.

Bila sebuah citra berukuran $K \times L$ piksel (K adalah lebar dan L adalah tinggi citra), maka proses DCT terkuantisasi untuk citra ini membutuhkan $K \times L \times 2N + N^2$ operasi perkalian /pembagian, dan $K \times L \times 2(N-1)$ operasi penjumlahan /pengurangan

Hal ini lebih sedikit bila dibandingkan dengan algoritma DCT standar yang membutuhkan $K \times L \times (2N + 1)$ operasi perkalian /pembagian, dan $K \times L \times 2(N-1)$ operasi penjumlahan /pengurangan

Kemudian langkah penelitian selanjutnya adalah membuat formulasi invers DCT-terkuantisasi yang dapat melakukan secara bersamaan proses dekuantisasi dan invers DCT, seperti terlihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Diagram QIDCT (IDCT-Terkuantisasi)

Sama seperti mencari DCT terkuantisasi, untuk dapat menggabungkan proses dekuantisasi dan invers DCT menjadi satu proses invers DCT terkuantisasi, maka penulis menyisipkan invers fungsi yang digunakan waktu proses DCT terkuantisasi pada formula Invers DCT.

Usulan transformasi QIDCT (IDCT-Terkuantisasi)

Implementasi 1 D :

$$QDCT^{-1}(u, y)_x = \sqrt{\frac{2}{N}} C(u) Q(u, v)^{-1} \sum_{x=0}^{N-1} DCT(u, v) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{2N}\right) \quad (7)$$

$$I(x, y) = \sqrt{\frac{2}{N}} C(v) Q(u, y)^{-1} \sum_{y=0}^{N-1} QDCT^{-1}(u, y)_x \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right) \quad (8)$$

Dimana $Q(u, y) \cdot I = Q(u, v) \cdot I = \text{konstanta}$

Dari usulan formula DCT terkuantisasi yang diuraikan dalam bentuk matriks, maka diperoleh QIDCT (invers DCT-terkuantisasi) dalam bentuk perkalian matriks, yaitu :

$$[QDCT^{-1}(u, y)_x] = [[QDC]^T]^{-1} * [QDCT(u, v)] \quad (9)$$

$$[I(x, y)] = [QDC]^{-1} * [QDCT^{-1}(u, y)] \quad (10)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat lunak Adobe Photoshop CS3 telah digunakan secara meluas dan memiliki kehandalan yang baik, sehingga untuk menguji sejauh mana tingkat keberhasilan dari algoritma yang diusulkan pada penelitian maka Adobe Photoshop CS3 ini digunakan sebagai pembanding.

Pengukuran kinerja dilihat dari kecepatan, rasio dan kualitas proses kompresi. Perhitungan rasio kompresi menggunakan persamaan (11), sedangkan kualitas citra dapat diukur melalui nilai PSNR menggunakan persamaan (12). Semakin besar nilai PSNRnya maka kualitas citranya semakin baik.

Persamaan yang digunakan untuk analisis adalah

$$\text{Rasio kompresi} = \frac{\text{ukuran file citra asli}}{\text{ukuran file citra kompresi}} \quad (11)$$

$$PSNR = \left(\frac{b^2}{e_{rms}} \right)^{1/2} \text{ atau } PSNR_{(dB)} = 20 \cdot \log(PSNR) \quad (12)$$

di mana,

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{3 \cdot M \cdot N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (f_{ij} - f'_{ij})_R^2 + (f_{ij} - f'_{ij})_G^2 + (f_{ij} - f'_{ij})_B^2}$$

Untuk melihat kinerja algoritma dilakukan pengujian terhadap 3 citra yang paling sering digunakan sebagai referensi untuk uji coba, yaitu : Baboon, Lena, dan Peppers. Alasan ke tiga citra ini mempunyai karakteristik yang berbeda dan unik. Citra Baboon memiliki banyak variasi warna, citra Lena memiliki sedikit variasi warna namun mengandung region yang memiliki tingkatan homogenitas yang berbeda-beda., dan citra Peppers memiliki sedikit variasi warna dan tingkat homogenitas tinggi, namun memiliki tepi-tepi objek yang sangat tajam. Ukuran dari ketiga citra tersebut sama, yaitu : (512 x 512) piksel dan filenya berukuran 769 KB dalam format bmp.

Dalam eksperimen setiap citra dengan format bmp tersebut dimampatkan dengan menggunakan perangkat lunak Adobe Photoshop CS3, sehingga akan didapatkan citra hasil kompresi yang tersimpan dengan format JPEG sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Kualitas yang dipilih dalam memampatkan citra tersebut menentukan jenis matriks kuantisasi yang akan digunakan dalam eksperimen, jenis matriks kuantisasi tersebut dinamakan save. Jadi matriks kuantisasi yang digunakan dalam eksperimen baik menggunakan DCT standar ataupun DCT terkuantisasi adalah matriks kuantisasi yang digunakan adobe photoshop untuk memampatkan citra tersebut. Pengambilan data dilakukan untuk setiap citra dengan menggunakan rasio yang sama untuk mendapatkan PSNR dan waktu kompresi baik DCT standar JPEG ataupun DCT terkuantisasi. Hal itu dilakukan secara berulang-ulang untuk rasio yang berbeda-beda sehingga diperoleh data dibutuhkan.

Analisis Waktu

Waktu eksekusi yang dimaksud disini adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses DCT dan kuantisasi untuk algoritma kompresi JPEG standard dan juga waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses QDCT yang diusulkan. Untuk mengetahui waktu eksekusi antara kedua algoritma tersebut digunakan 15 jenis citra (tiga diantaranya adalah citra standar masing-masing adalah Baboon, Lena, dan Peppers). Waktu eksekusi dari kedua algoritma tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut.

TABEL 1. Waktu Eksekusi 15 jenis citra menggunakan rasio save 10

Image	Waktu Eksekusi (detik)		Ukuran File (KB)
	DCT-Standar	DCT Terkuantisasi	
Parabola	0.172	0.141	330
Es Krim	0.172	0.156	357
Bukit	0.296	0.266	577
Peta	0.375	0.329	709
Baboon	0.453	0.406	769
Lena	0.453	0.407	769
Peppers	0.453	0.406	769
Dapur	0.437	0.391	799
Kolam Renang	0.469	0.437	833
Malam	0.547	0.516	984
Gelas	0.546	0.500	1146
Taman	0.844	0.813	1390
Pantai	1.360	1.281	2099
Bersepeda	1.876	1.766	2701
Pasar	6.250	6.031	5626

Terlihat bahwa untuk semua citra uji menunjukkan bahwa waktu eksekusi QDCT lebih cepat dibandingkan dengan waktu eksekusi DCT-standar.

Analisis Ratio Dan Kualitas Hasil

Untuk membandingkan rasio dan kualitas antara DCT-standar dan algoritma QDCT maka perlu digunakan matriks kuantisasi yang sama. Dalam eksperimen digunakan matriks kuantisasi yang sama dengan perangkat lunak Adobe-Photoshop CS3. Pada perangkat lunak ini terdapat pilihan pengaturan kualitas dan rasio kompresi yaitu yang disebut save 12, save 11, hingga save 1. Save 12 adalah pilihan kualitas kompresi yang tertinggi pada Adobe-Photoshop CS3, sedang save 0 adalah pilihan kualitas terendah. Pengaturan save ini berhubungan dengan penggunaan nilai elemen-elemen matriks kuantisasi. Semakin besar nilai elemen matriks kuantisasi ini, maka semakin rendah kualitas kompresi citra yang dihasilkan dan berlaku sebaliknya.

Hasil Kompresi

Dari 15 citra yang diteliti, pada tulisan ini hanya 3 buah citra saja yang diperlihatkan hasil kompresinya, yaitu citra Baboon, Lena dan Peppers.

C.1. Citra Baboon

Hasil perhitungan rasio dan kualitas kompresi citra Baboon (dalam satuan dB) disimpan pada TABEL 2. Pada tabel ini terlihat bahwa untuk rasio kompresi yang sama, algoritma QDCT memberikan kualitas PSNR

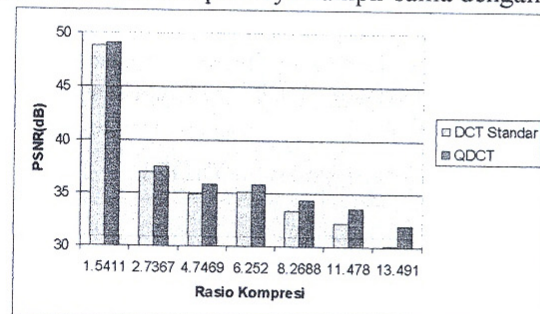
lebih baik dibandingkan dengan algoritma DCT-standar pada JPEG. Citra Baboon dapat dilihat pada Gambar 6.

TABEL 2. Nilai PSNR citra baboon (769 KB) untuk rasio yang sama.

SAVE	PSNR_ST (db)	PSNR_Q (db)	FILE KOM (KB)	RASIO
0	30.1453	32.0911	57	13.4912
2	32.2920	33.5506	67	11.4776
4	33.3500	34.3884	93	8.2688
6	35.0949	35.8285	123	6.2520
8	34.9238	35.7957	162	4.7469
10	36.9814	37.5360	281	2.7367
12	48.7271	49.0602	499	1.5411

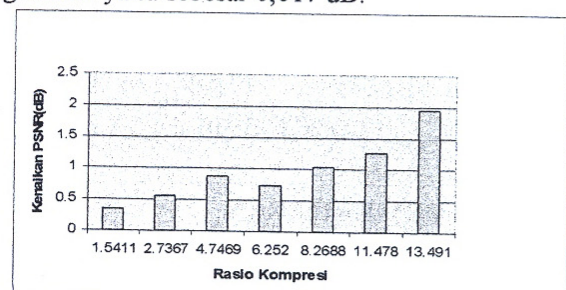
Perbedaan ini digambarkan secara jelas pada histogram Gambar 4. Sedangkan selisih perbedaan kualitas antara keduanya ditunjukkan pada grafik Gambar 5.

Pada histogram Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar rasio kompresinya makin besar pula selisih nilai PSNR antara QDCT dengan DCT-standar. Sebaliknya semakin kecil rasio kompresinya makin kecil selisih nilai PSNR berarti kualitas hasil kompresinya hampir sama dengan JPEG.



Gambar 4. Histogram rasio versus PSNR untuk citra baboon

Untuk citra Baboon, kenaikan kualitas mulai dari 0,3 dB hingga mencapai 2 dB. Kenaikan ini cukup signifikan bila mengacu pada nilai yang sudah dianggap signifikan yaitu sebesar 0,017 dB.



Gambar 5. Histogram selisih kualitas PSNR antara DCT-standar dan QDCT

Dari TABEL 2 menunjukkan bahwa untuk nilai PSNR yang sama atau hampir sama antara DCT-standar dan DCT-terkuantisasi, terlihat nilai rasio kompresi DCT-terkuantisasi lebih tinggi dibandingkan dengan DCT standar. Sebagai contoh untuk nilai PSNR sekitar 32, nilai rasio pada DCT standar sebesar 11,4774 sedangkan nilai rasio pada DCT terkuantisasi sebesar 13,4912.

C.2. Citra Lena

TABEL 3 menunjukkan hasil perhitungan rasio dan kualitas kompresi citra Lena. Pada TABEL 3 tersebut terlihat bahwa untuk rasio kompresi yang sama, algoritma QDCT juga memberikan kualitas PSNR lebih baik dibandingkan dengan algoritma DCT-standar pada JPEG. Selisih perbedaannya antara keduanya terletak antara 0,3318 dB dan 1,9896 dB. Hasil peningkatan kualitas untuk citra ini juga cukup signifikan. Citra Lena dapat dilihat pada Gambar 7.

Pada TABEL 3 memberikan hasil bahwa nilai PSNR yang sama (hampir sama) nilai rasio DCT-terkuantisasinya lebih tinggi dibandingkan dengan DCT-standar. Sebagai contoh untuk nilai PSNR sekitar 33, nilai rasio DCT terkuantisasi sebesar 20,7838 sedangkan nilai rasio DCT standar 16,3617. Hasil kenaikan rasio kompresi untuk citra ini juga sangat signifikan peningkatannya.

TABEL 3. Nilai PSNR citra Lena (769 KB) untuk rasio yang sama.

SAVE	PSNR_ST (dB)	PSNR_Q (dB)	FILE_KOM (KB)	RASIO
0	301.133	321.029	32	240.313
2	322.233	337.153	37	207.838
4	333.094	345.566	47	163.617
6	350.850	362.897	64	120.156
8	347.819	361.856	81	94.938
10	370.182	379.884	138	55.725
12	487.494	490.812	340	22.618

Hasil analisis TABEL 3 adalah semakin besar rasio kompresinya makin besar pula selisih nilai PSNR antara QDCT dengan DCT-standar. Sebaliknya makin kecil rasio kompresinya makin kecil selisih nilai PSNR, berarti kualitas hasil kompresinya hampir sama. Dari hasil analisis objektif di atas menunjukkan bahwa untuk rasio yang sama QDCT memiliki kualitas yang lebih baik dari DCT-standar.

C.3. Citra Peppers

TABEL 4 menunjukkan hasil perhitungan rasio dan kualitas kompresi citra Peppers. Terlihat bahwa untuk rasio kompresi yang sama, algoritma QDCT juga memberikan kualitas PSNR lebih baik dibandingkan dengan algoritma DCT-standar pada JPEG. Selisih perbedaan antara keduanya terletak antara 0,3255 dB dan 2,0816 dB. Citra Pappers dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 4. Nilai PSNR citra peppers (769 KB) untuk rasio yang sama.

SAVE	PSNR_ST (dB)	PSNR_Q (dB)	FILE KOM (KB)	RASIO
0	302.191	323.007	34	226.177
2	321.995	337.569	40	192.250
4	333.049	345.877	52	147.885
6	352.650	360.230	70	109.857
8	349.641	360.106	91	84.506
10	371.409	378.844	172	44.709
12	488.234	491.489	374	20.562

Dari hasil analisis objektif menunjukkan bahwa untuk citra Papper pada rasio yang sama QDCT memiliki kualitas lebih baik dari DCT-standar. Sedangkan untuk nilai PSNR yang sama (hampir sama) nilai rasio DCT terkuantisasi lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rasio DCT standar. Hal ini dapat dilihat dalam TABEL, yaitu untuk nilai PSNR sekitar 3, nilai rasio DCT terkuantisasi sebesar 19,2250 sedangkan nilai rasio DCT standar sebesar 14,7885.

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah Formulasi matematis pada DCT terkuantisasi mengandung jumlah operasi perkalian dan penambahan lebih kecil dibandingkan pada formulasi matematis DCT standar. Dengan demikian secara teoritis mengakibatkan kompleksitas-waktu algoritma DCT terkuantisasi menjadi lebih efisien dari algoritma DCT standar.

Terjadi peningkatan kecepatan waktu rata-rata pada uji eksperimen dalam mengeksekusi algoritma DCT terkuantisasi dibandingkan mengeksekusi algoritma DCT standar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma DCT tekuantisasi ini dapat memperkecil jumlah waktu eksekusi kompresi JPEG.

Dari uji eksperimen eksekusi algoritma DCT terkuantisasi pada 3 buah citra masing-masing Baboon, Lena dan Pappers terjadi peningkatan rasio dan kualitas kompresi dibandingkan dengan algoritma DCT standar. Begitu pula pada 12 citra lainnya. Dengan demikian terbukti bahwa algoritma DCT tekuantisasi dapat meningkatkan rasio dan kualitas kompresi JPEG.

Acknowledgment

Terimakasih kepada pihak yang telah mendukung dan membantu penelitian ini. Pertama, kepada Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang mendanai penelitian melalui Program Insentif HKI 2010. Kedua, kepada Lembaga Penelitian Universitas Gunadarma yang memfasilitasi sarana dan prasarana terkait dengan penelitian, dan ketiga, kepada grup penelitian ilmiah SCIMED Gunadarma sebagai wadah desiminasi hasil penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmed, N., Natarajam T., Rao K. Discrete cosine transform. In : IEEE Transactions on Computers, vol. 23, 1974, pp.90-93.
- C. Cristopoulos and A.N. Skodras, "The JPEG2000 Still Image Coding System: an Overview ", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol.46, November 2000, pp.1103-1127.
- D. S. Taubman and M. W. Marcelin. JPEG2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- D.S. Taubman and M. W. Marcelin, JPEG2000: Standard for interactive imaging," in Proceedings of the IEEE, vol. 17, 2001.
- Gonzalez, R.C., R.E.Woods and S.L. Eddins. 2005. Digital Image Processing using MATLAB. Pearson Education
- Syed Ali Khayam, The Discrete Cosine Transform (DCT) : Theory and Aplication. Departement of Electrical & Computer Engineering, Michigen State University, 2003.
- T. Sikora, "MPEG Digital Video-Coding Standards, " IEEE Signal Process. Mag., vol. 14, no. 5, Sept. 1997, pp. 82-100.
- Wallace, G.K. "The JPEG Still Picture Compression Standart", IEEE Transactions on Consumer Electronics, ~0138, No.1, pp.xviii-xxxiv, 1992.
- W. Li, J.-R. Ohm, M. van der Schaar, H. Jiang, and S. Li, "MPEG-4 Video Verification Model version 18.0, " in ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3908, Pisa, Italy, Jan. 2001.